

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-327548

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 0 2 K 1/27

5 0 1 K

5 0 1 C

21/14

21/14

M

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-68611

(22) 出願日 平成10年(1998)3月18日

(31) 優先権主張番号 8 1 9 2 5 6

(32) 優先日 1997年3月18日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 398007380

エレクトリック ポート コーポレーショ  
ン

アメリカ合衆国 コネティカット州  
06340-4989 グロートン イースタン  
ポイント ロード 75

(72) 発明者 マイケル ジェイ ルーバス

アメリカ合衆国 ニュージャージー州  
079220 パスキング リッジ エリザベス  
ストリート 50

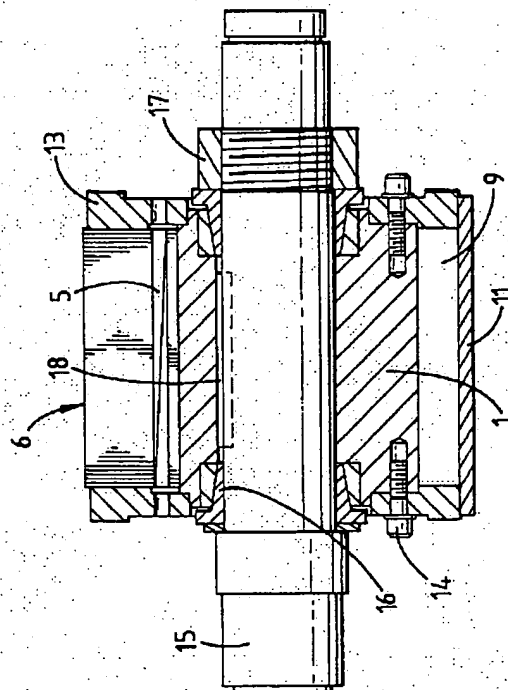
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 永久磁石モータ回転子

(57) 【要約】

【課題】 回転子コアアセンブリを有する永久磁石モータ回転子において、回転子構成部材の位置調整を低価格かつ正確に行う。

【解決手段】 回転子ハブ1に、電極片3の放射方向の位置決めを行う放射方向位置決め面2と、角度方向の位置決めを行う位置決め面4を形成する。これにより、回転子ハブ1に電極片3を取付けた際に、電極片3の放射方向および角度方向の位置決めがなされる。各電極片3の間に磁石9を挿入し、スロットウェッジ11を電極片3に形成されたスロットに挿入して磁石9を保護する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転子コアアセンブリを有する永久磁石モータ回転子において、円周方向に分配されて配置された複数の電極片と、該電極片に係合するとともに、該電極片を放射状に角度をもって位置決めする少なくとも2つの面を有する回転子ハブと、

前記電極片の間に配された複数の永久磁石とを備えたことを特徴とする永久磁石モータ回転子。

【請求項2】 前記回転子ハブは、前記電極片を放射状に位置決めするための複数の平面を有し、該各平面は前記回転子ハブの軸を同心とする内接円に正接することを特徴とする請求項1記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項3】 前記回転子ハブは、前記電極片を放射状に位置決めするための複数の曲面を有し、該複数の曲面は前記回転子ハブの軸を同心とする円筒面を形成することを特徴とする請求項1記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項4】 前記回転子ハブは、前記電極片を角度方向に位置決めするための複数の平面を有し、該各平面は前記回転子の軸と前記電極片の中心線の双方を通る放射面に対して平行であることを特徴とする請求項1、2または3記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項5】 前記電極片を前記回転子ハブに固定するための複数のキー手段を備え、該キー手段は前記電極片と前記回転子ハブとの間に配されていることを特徴とする請求項1、2または3記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項6】 前記電極片を前記回転子ハブに固定するための複数のキー手段を備え、該キー手段は前記電極片と前記回転子ハブとの間に配されていることを特徴とする請求項4記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項7】 前記永久磁石を保持するために前記電極片の間に近接して配された複数のスロットウェッジ手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項8】 前記スロットウェッジ手段は、前記電極片の対応するスロットに係合することを特徴とする請求項7記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項9】 前記永久磁石を保持するために前記電極片の間に近接して配された複数のスロットウェッジ手段を備えたことを特徴とする請求項6記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項10】 前記スロットウェッジ手段は前記電極片の対応するスロットに係合することを特徴とする請求項9記載の永久磁石モータ回転子。

【請求項11】 永久磁石モータ回転子に電極片と永久磁石とを確実に配置する方法において、角度を調節して配置された複数の電極片を提供し、該電極片に係合するとともに、該電極片を放射状に角度をもって位置決めする少なくとも2つの面を有する回転子ハブを提供し、

前記電極片の間に配された複数の永久磁石を提供することを特徴とする電極片を確実に配置する方法。

【請求項12】 前記電極片を放射状に位置決めするための複数の平面を有し、該各平面が前記回転子ハブの軸を同心とする内接円に正接する回転子ハブを提供することを特徴とする請求項11記載の電極片を確実に配置する方法。

【請求項13】 前記電極片を放射状に位置決めするための複数の曲面を有し、該複数の曲面が前記回転子ハブの軸を同心とする円筒面を形成する回転子ハブを提供することを特徴とする請求項11記載の電極片を確実に配置する方法。

【請求項14】 前記電極を角度方向に位置決めするための複数の平面を有し、該各平面が前記回転子の軸と電極片の中心線の両方を通る放射方向に広がる面に対して平行である回転子ハブを提供することを特徴とする請求項11、12または13記載の電極片を確実に配置する方法。

【請求項15】 前記電極片を前記回転子ハブに固定するための、該電極片と該回転子ハブとの間に配された複数のキー手段を提供することを特徴とする請求項11、12または13記載の電極片を確実に配置する方法。

【請求項16】 前記電極片を前記回転子ハブに固定するための、該電極片と該回転子ハブとの間に配された複数のキー手段を提供することを特徴とする請求項14記載の電極片を確実に配する方法。

【請求項17】 前記永久磁石を保持するために前記電極片の間に近接して配された複数のスロットウェッジ手段を提供することを特徴とする請求項15記載の電極片を確実に配置する方法。

【請求項18】 前記電極片に対応するスロットを提供し、該電極片の対応するスロットを前記スロットウェッジ手段に係合させることを特徴とする請求項17記載の電極片を確実に配置する方法。

【請求項19】 前記永久磁石を保持するために前記電極片の間に近接して配された複数のスロットウェッジ手段を提供することを特徴とする請求項16記載の電極片を確実に配置する方法。

【請求項20】 前記電極片に対応するスロットを提供し、該電極片の対応するスロットを前記スロットウェッジ手段に係合させることを特徴とする請求項19記載の電極片を確実に配置する方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はモータあるいは発電機の効率を上げ、強い衝突衝撃負荷および強い遠心力に耐えうる永久磁石モータ回転子の改良に関するものである。本発明の永久磁石モータ回転子は安価であり、かつ回転子の構成要素の位置調節を正確に行うことができる。

## 【0002】

【従来の技術】最も一般的に使用されているインテグラル馬力モータ回転子は、リスかご型の構造を有し、交流(AC)インダクションモータに使用されている。交流および直流発電機は一般的に巻線回転子を有する。直流(DC)モータは通常、整流子および巻線形回転子を有する。これらのモータあるいは発電機はいずれも、永久磁石を有する回転子とは全く異なる回転子を有する。さらに、これらの回転子はそれぞれ、回転子を流れる電流によって回転子磁界を作り出す。その結果、このような回転子は全て、非常に大型で、効率が悪く、冷却が困難であり、かつ複雑な構造となっている。

【0003】従来、永久磁石を有する回転子は、回転子の表面に接着剤により取付けられる湾曲した磁石を使用していた。他の永久モータ回転子、特にかなり小型のものは、鉄製の回転子コアに埋め込まれた磁石を使用していた。この場合、電極片を形成する回転子積層体は通常ねじ止め具あるいはあり継ぎを使用して回転子に固く固定されていた。あり継ぎあるいは止め具を使用することにより一般的に回転子の価格が高くなり、かつ、回転子アセンブリに余分な部品を付け加えることになる。

【0004】また、永久磁石モータおよび発電機回転子において、回転子の電極片を正確に位置決めすることは困難であり、その結果、このような回転子は通常ノイズが大きくなる。実際の装置に回転子を使用する際は、トルク変動および周期的なラジアル荷重を最小限に抑えなければならぬため、このような正確な位置決めが必要となる。さらに、回転子部材の放射方向での位置および角度方向を正確に規定できないと、回転子あるいは発電機の性能全体を悪化させ、振動レベルが許容範囲外となり、効率が低下する。

【0005】さらに、作動中、通常のモータあるいは発電機の振動によって回転子アセンブリがゆるむことがある。部品がゆるむと、性能を低下させるだけでなく、モータあるいは発電機の部品に機械的損傷を与える。さらに振動は、接着剤をゆるめて接着力の低下を引き起こし、これにより、モータ回転子に取付けられた永久磁石が外れてしまうおそれがある。磁石がゆるみ、回転子から外れることによって、性能の低下あるいは機械的損傷を生じるおそれがある。

【0006】回転子コアに磁石を取付けるために接着剤やねじ止め具を使用すると、モータ回転子に作用する遠心力あるいは強い衝突衝撃負荷により、磁石が外れやすくなる。さらに、モータあるいは発電機の加熱および周囲の状態により、磁石を回転子に固定するために使用する接着剤の強度が低下し、磁石が外れ、回転子が故障するおそれがある。

【0007】取付け表面あるいは接着剤で取付けられた永久磁石を保護するために、通常、金属製あるいは繊維が巻かれた構造を有する薄型保持円筒部材が用いられ

る。このような薄型保持円筒部材あるいは缶を使用することは、装置の性能および効率に悪影響を及ぼす。さらに、大型で高速のモータあるいは発電機には、ある程度の厚さの円筒部材が必要であるため、上述したような缶の使用は実用的でない。

【0008】従来の回転子に設けられた永久磁石は、回転子に埋め込まれていても接着剤により取付けられていても、オーバーヒートにより破損および/または消磁しやすい。また、エアギャップによる表面損失、うず電流熱、およびエアギャップ高調波が引き起こす機械的振動により発生する熱に関連する熱効果(heat effect)に、磁石は直接曝される。これらの磁石をキュリー温度近くで熱することにより、消磁を引き起こし、性能を悪化させる。さらに、単純なターントゥターンあるいはフェーズトゥフェーズ巻線型固定子におけるショートにより、従来の回転子に備えられた磁石が多量に加熱され、その結果消磁されてしまう。

【0009】さらに、従来の永久磁石回転子は、過酷な作動状況、または一般的なモータまたは発電機の故障による磁石の破損あるいは消磁からの保護がほとんどあるいは全くなされていない。磁石は通常、回転子のエアギャップに接する表面に配置されるか、あるいは少なくとも片面全体が回転子のエアギャップに接する表面に曝されているため、磁石は物理的に破損しやすくなる。したがって、衝撃荷重、高振動レベル、あるいは隣接して並べられた他のモータあるいは発電機の部品の機械的故障により、磁石に物理的衝撃が加わり、その結果、磁石を破損することとなる。

【0010】一般的に、埋め込み磁石を使用している永久磁石回転子においては、電極片は直接、磁石に支持されることが許容されている。磁性材料はもろいため、様々な装置、特に大型の回転子が必要とされる装置において、これらの磁石を確実に応力に耐えうる構成部材として使用することは不可能である。さらに、永久磁石回転子は通常、回転子磁極を作り出すために磁石を一つのみしか使用していない。永久磁石が大型になると、単一磁石の形態は、曲げ、ねじれ、およびせん断応力により、物理的に損傷しやすくなる。その理由は、上述した通り、これらの磁石は非常にもろく、他の金属製の回転子構成部材に相当する物理的強度がないからである。

【0011】さらに、従来の永久磁石回転子の磁極を形成するのに使用されている単一磁石は、回転子が大型となるにつれて取扱いが難しく、かつ危険となる。一般的に、永久磁石には強い磁界を有する強力な希土酸化物磁石が使用されている。それぞれが大きな磁界を有するそのような物理的に大きな磁石を取扱うには、磁石を取扱うための特別な工具および工程の開発が必要となる。強磁性体材料の近傍で大型磁石を加工することにより、人体への悪影響に対する安全性の問題も生じる。

【0012】さらに、大型単一磁石を製造、磁化するこ

とは困難であるため、従来のパルス変調モータおよび発電機の設計において達成できたサイズと定格が制限される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、モータあるいは発電機の大きさおよび重量を低減する永久磁石モータ回転子を提供することを第1の目的とするものである。

【0014】また、本発明は、モータあるいは発電機の効率を向上させる永久磁石モータ回転子を提供することを第2の目的とするものである。

【0015】さらにまた、本発明は、強い衝突衝撃負荷および強い遠心力に耐えうる永久磁石モータ回転子を提供することを第3の目的とするものである。

【0016】加えて、本発明は、最小限の電磁トルク変動でモータを作動させ、かつ最小限の電流変動で発電機を作動させることができる永久磁石モータ回転子を提供することを第4の目的とするものである。

【0017】さらに、本発明は、非常に大型のモータあるいは発電機において使用可能な永久磁石モータ回転子を提供することを第5の目的とするものである。

【0018】さらにまた、本発明は、低価格のメンテナンス、およびモータあるいは発電機回転子部品の容易な組み立ておよび分解を可能にする永久磁石モータ回転子を提供することを第6の目的とするものである。

【0019】また、本発明は、取付けられる回転子構成部材の低価格で信頼性のある正確な位置調節を可能にする永久磁石モータ回転子を提供することを第7の目的とするものである。

【0020】さらに、本発明は、万一磁石にひびが入ったり破損したりしても、モータあるいは発電機への損傷を防ぐ永久磁石モータ回転子を提供することを第8の目的とするものである。

【0021】さらにまた、本発明は、複数の電極片を備えた回転子コアアセンブリ、電極片を放射状および角度方向に係合させる少なくとも2つの表面を有する回転子ハブ、および電極片の間に配された複数の永久磁石を有する永久磁石モータ回転子を提供することを第9の目的とするものである。

【0022】また、本発明は、複数の電極片、電極片に係合して電極片を放射方向および角度方向に位置決めする少なくとも2つの表面を有する回転子ハブ、および電極片の間に配された複数の永久磁石を有する永久磁石モータ回転子において、電極片および永久磁石を正確に位置決めする方法を提供することを第10の目的とするものである。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明による永久磁石モータ回転子は、回転子コアアセンブリを有する永久磁石モータ回転子において、角度を調節して配置された複

数の電極片と、該電極片に係合するとともに、該電極片を放射状に角度をもって位置決めする少なくとも2つの面を有する回転子ハブと、前記電極片の間に配された複数の永久磁石とを備えたことを特徴とするものである。

【0024】また、本発明による永久磁石モータ回転子は、前記回転子ハブが、前記電極片を放射状に位置決めするための複数の平面を有し、該各平面は前記回転子ハブの軸を同心とする内接円に正接することが好ましい。

【0025】さらに、前記回転子ハブが、前記電極片を放射状に位置決めするための複数の曲面を有し、該複数の曲面は前記回転子ハブの軸を同心とする円筒面を形成することが好ましい。

【0026】さらにまた、前記回転子ハブが、前記電極片を角度方向に位置決めするための複数の平面を有し、該各平面は前記回転子の軸と前記電極片の中心線の双方を通る放射面に対して平行であることが好ましい。

【0027】また、前記電極片を前記回転子ハブに固定するための複数のキー手段を備え、該キー手段は前記電極片と前記回転子ハブとの間に配されていることが好ましい。

【0028】さらに、前記永久磁石を保持するために前記電極片の間に近接して配された複数のスロットウェッジ手段を備えることが好ましい。

【0029】この場合、前記スロットウェッジ手段は、前記電極片の対応するスロットに係合することが好ましい。

【0030】本発明による永久磁石モータ回転子に電極片と永久磁石とを確実に配置する方法は、角度を調節して配置された複数の電極片を提供し、該電極片に係合するとともに、該電極片を放射状に角度をもって位置決めする少なくとも2つの面を有する回転子ハブを提供し、前記電極片の間に配された複数の永久磁石を提供することを特徴とするものである。

【0031】また、本発明による方法においては、前記電極片を放射状に位置決めするための複数の平面を有し、該各平面が前記回転子ハブの軸を同心とする内接円に正接する回転子ハブを提供することが好ましい。

【0032】さらに、前記電極片を放射状に位置決めするための複数の曲面を有し、該複数の曲面が前記回転子ハブの軸を同心とする円筒面を形成する回転子ハブを提供することが好ましい。

【0033】さらにまた、前記電極片を角度方向に位置決めするための複数の平面を有し、該各平面が前記回転子の軸と電極片の中心線の両方を通る放射方向に広がる面に対して平行である回転子ハブを提供することが好ましい。

【0034】また、前記電極片を前記回転子ハブに固定するための、該電極片と該回転子ハブとの間に配された複数のキー手段を提供することが好ましい。

【0035】さらに、前記永久磁石を保持するために前

記電極片の間に近接して配された複数のスロットウェッジ手段を提供することが好ましい。

【0036】この場合、前記電極片に対応するスロットを提供し、該電極片の対応するスロットを前記スロットウェッジ手段に係合させることが好ましい。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0038】代表的な実施形態に示されるように、回転子ハブ1は角度を付けて配置された電極片3のアレイを支持するとともに、電極片3を位置決めするための2組の正確に位置決めを行う面2、4を有する。回転子ハブ1はアルミニウム等の金属材料あるいはセラミック、プラスチック、強化複合材料等の非金属材料からなることが好ましい。回転子ハブ1は固形体、あるいは回転子の重量を軽減するために中空の構造として構成される。電極片3は強磁性体材料の固形体からなるか、あるいは薄片状の部材を積層したものから構成されている。

【0039】一組の回転子ハブ放射方向位置決め面2は、回転軸に対して回転子電極片3の放射方向の位置を調節する。放射方向位置決め面2は、回転軸と同心円の内接円に直接する面を有する一連の平面であることが好ましい。なお、放射方向位置決め面2は、回転軸と同心円の円筒面の一部をともに形成する一連の曲面であってもよい。他の一組の位置決め面4は、回転子電極片3の角度方向を調節する。位置決め面4は、回転子の中心線および位置決め面4によって位置決められた電極片3の中心線の双方を通る放射面に対して平行に延在する平面である。

【0040】図4および図5に示すように、電極片3の角度を調節する位置決め面4は、回転子の中心線からの半径距離が放射方向位置決め面2よりも、離れた場所に位置する必要はない。図5に示すように、角度方向位置決め面4は、電極片3の対応するスロットに係合し、キー5によりそこに固定される回転子コア部材の凸部4aによって形成されていてもよい。凸部4aはコア回転子ハブ1の一部として製造しても、あるいはキー5によって電極片3にもコア回転子ハブ1にも固定される独立部材のアセンブリとして製造してもよい。

【0041】電極片3はハブコアに放射状に差し込まれるようにして回転子ハブ1に取付けられる。そして電極片3は、図6(a)および図6(b)に示す形態の重なった複数の部材からなる2つのテーパキー5を回転子アセンブリの一端面あるいは両端面から軸方向に挿入することによって、ハブコアに固定される。キー5は所定位置に打ち込まれると、位置決め面2、4と関連して電極片3の正確な方向決めを確実にするためのくさびとして作用する。

【0042】単一磁石あるいは複数のより小型の磁石9は、電極片3が回転子ハブ1の所定位置に固定された

後、回転子コアの一端面あるいは両端面から軸方向に挿入される。一時的なガイドレール(不図示)が回転子コアに適切な大きさの磁石を案内する。回転子ハブコアの表面にある軸方向のねじ穴10は、一時的なガイドレールを取付けるために使用される。

【0043】一般に、磁石9は平坦な側面を有する矩形をなしている。磁石9は円筒形の回転子コア表面に接する凹状の表面を有するものであってもよい。異なる磁性材料を使用した場合に所望とする強度の磁界を提供するため、電極片3の大きさに対する磁石9の相対的な大きさは、小さくなったり大きくなったりしてもよい。磁石9は、平行な平面となっている近接する電極片面8にごくわずかの隙間をあけてはめ込むことができる大きさに形成されている。このようにして磁石9は全く負荷が作用しない状態で回転子アセンブリに保持される。

【0044】磁石9は、磁氣的に不活性な材料からなるスロットウェッジ11(図7(a)および図7(b)参照)を、磁石9の反対側において回転子電極片3に形成されたスロット12に挿入することにより、遠心力による磁石9の放射方向外方への移動が拘束されている。スロットウェッジ11は、回転子電極片3のスロット12に機械的に係合することにより保持されている。回転子電極片3を適切な凸部が嵌合するように形成し、これにより、スロットウェッジ11を保持するようにしてもよい。さらに、図1に示すように、スロットウェッジ11は、スロット12あるいは電極片の凸部よりむしろ、端板13によって保持するようにしてもよい。スロットウェッジ11は、回転子アセンブリを固定子アセンブリに取付けるときに磁石9を物理的に保護するとともに、回転子アセンブリが取付けられたモータあるいは発電機におけるエアギャップから磁石を保護する。これにより、磁石が消磁される可能性が少なくなる。

【0045】回転子電極片3および磁石9は、回転子シャフト15の両端においてねじ14のような止め具により回転子ハブ1に取付けられる磁氣的に不活性な端板13によって、軸方向において固定されている。回転子コアアセンブリ6は、テーパ金属部材16およびシャフト固定ロックナット17によって、回転子シャフト15に固定されている。回転子コアは、テーパ金属部材16によってではなく、焼きばめすることによってシャフト15に固定してもよい。シャフト15と回転子ハブ1との間に延在するキーは、シャフト15と回転子との相対的な回転を妨げる。また、回転子ハブ1および回転子シャフト15は単一ユニットとして構成してもよい。

【0046】また、電極片3の外表面にうず電流損失を軽減するための円周状の溝を形成してもよい。さらに、電極片3の外表面は、連続する円筒面の一部をなす必要はない。また、電極片3の外表面は、エアギャップを通りモータあるいは発電機固定子まで到達する磁束分布を

制御するように形成されていてもよい。さらにまた、電極片3は、シャフト15の中心線を含む水平面に対して傾斜するように配置されていてもよい。これにより、スムーズなトルク波が得られる。トルク波をスムーズにするには、回転子コアよりむしろ固定子コアを斜めにするという方法もある。

【0047】以上のように、本発明は特定の実施形態に関して説明されているが、当業者によって様々な修正や変更が容易になされるであろう。したがって、そのような変更や修正も、本発明の範囲に含まれるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態によるシャフトおよび永久磁石モータ回転子の軸方向断面図

【図2】本発明の実施形態による永久磁石モータ回転子を示す一部断面図

【図3】本発明の実施形態による永久磁石モータ回転子にはめ込まれた一片の電極片を示す概略図

【図4】本発明の実施形態による、回転子の角度方向の表面が、電極片の放射方向の位置を調節する表面よりも回転子の中心線からより短い半径に位置したときの永久磁石モータ回転子にはめ込まれた一片の電極片を示す概略図

【図5】本発明の実施形態による永久磁石モータ回転子

内の電極片の別の配置を示す概略図

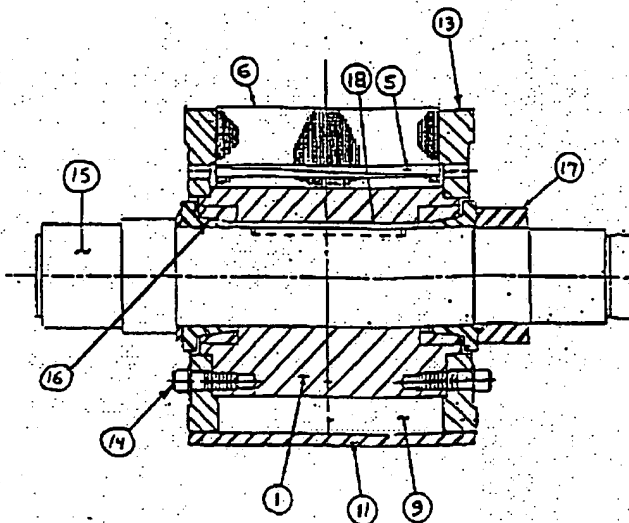
【図6】回転子へ電極片をロックするテーパキーの構造を示す図

【図7】回転子に電極片を保持するスロットウェッジの構造を示す図

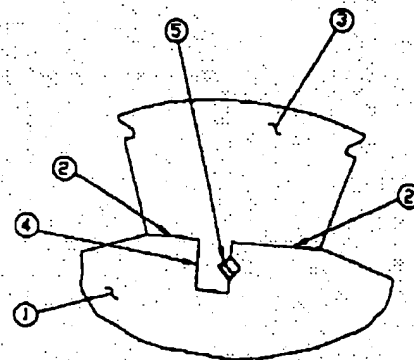
#### 【符号の説明】

- 1 回転子ハブ
- 2 放射方向位置決め面
- 3 電極片
- 4 角度方向位置決め面
- 4a 凸部
- 5 キー
- 6 回転子コアアセンブリ
- 8 電極片面
- 9 磁石
- 10 ねじ穴
- 11 スロットウェッジ
- 12 スロット
- 13 端板
- 14 ねじ
- 15 回転子シャフト
- 16 テーパー金属部材
- 17 ロックナット

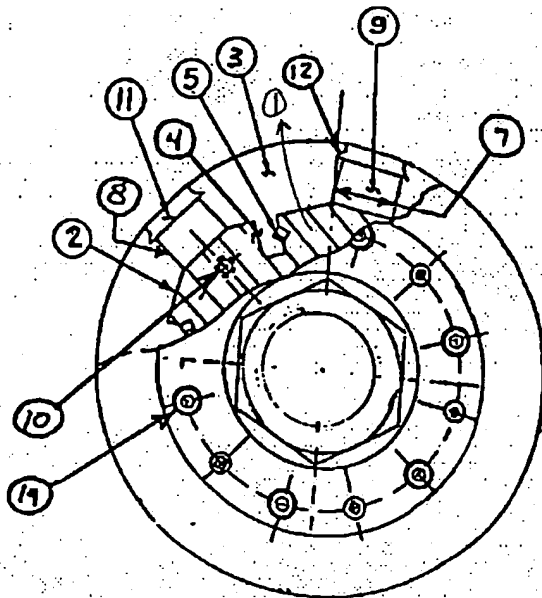
【図1】



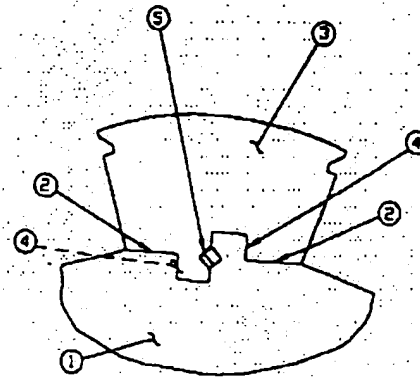
【図3】



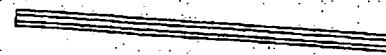
【図2】



【図4】

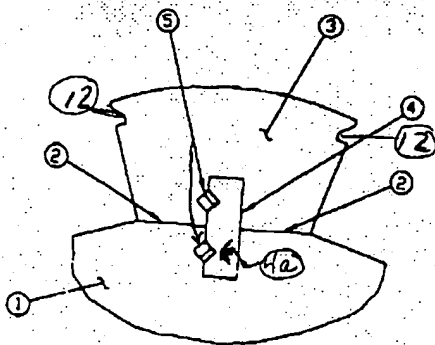


【図7】

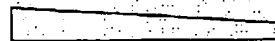


(a)

【図5】



【図6】



(a)



(b)



(b)

【手続補正書】

【提出日】平成10年4月27日

【手続補正1】

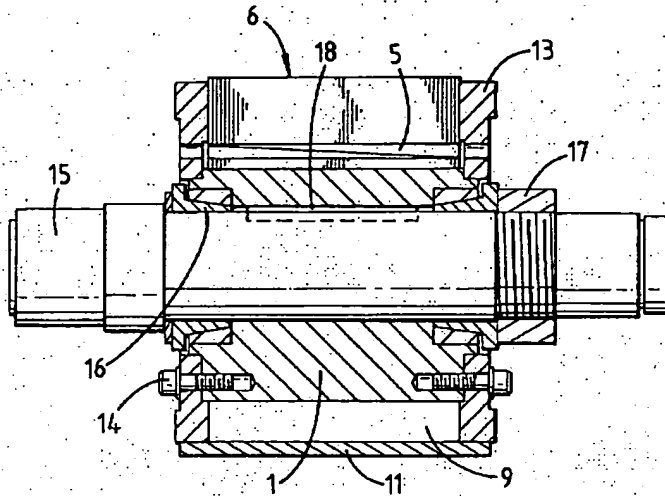
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

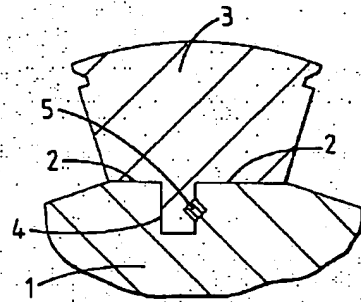
【補正方法】変更

【補正内容】

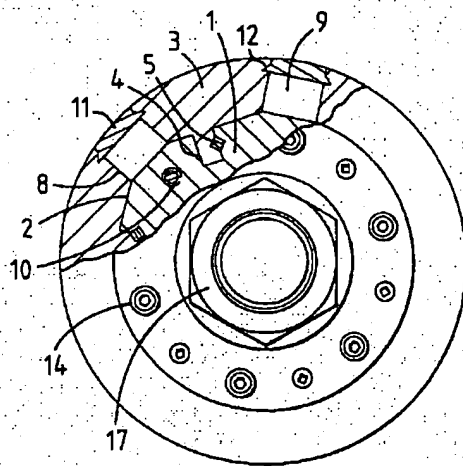
【図1】



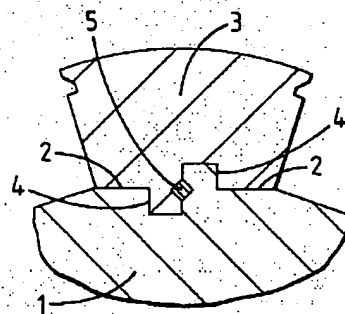
【図3】



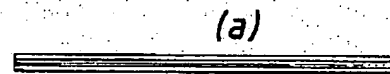
【図2】



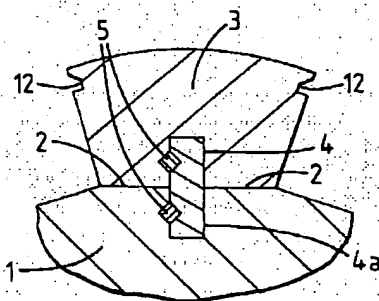
【図4】



【図7】



【図5】



【図6】

